3Л

УДК 004.89:004.93

Д.О. Лернатович , Ю.П. Кондратенко
Чорноморський державний університет ім. Петра Могили
МОНМС України, м. Миколаїв
Україна, 54003, м. Миколаїв, вул. Десантників, 86

Ідентифікація зображень методом елементних порівнянь

D.O. Lernatovich, Y.P.Kondratenko
Petro Mohyla Black Sea State University
MESYS of Ukraine, c. Mykolaiv
Ukraine, 54003, c. Mykolaiv, 68th Desantnykiv Str., 10

Images' Identification Based on Method of Elements Comparison

Д.О. Лернатович, Ю.П. Кондратенко
[1] Черноморский государственный университет им. Петра Могилы
МОНМС Україні, г. Николаев
Украина, 54003, г. Николаев, ул. Десантников, 86

Идентификация изображений методом элементных сравнений

У статті описаний метод «елементних порівнянь», що застосовується для задач ідентифікації зображень за їх унікальними особливостями. Суть методу полягає у виділенні множини бінарних ключів зображення та в їх порівнянні з відповідними ключами еталонних зображень. Метод може застосовуватись для різних прикладних задач, наприклад, для розпізнавання графічних символів, райдужки ока та ін. Перевагами даного методу є простота схемотехнічної реалізації, підвищена швидкодія та точність ідентифікації. Наведені результати застосування методу елементних порівнянь для розпізнавання відбитків пальців, що підтверджують його працездатність та ефективність.
Ключові слова: ідентифікація образів, елементні порівняння, ключі зображень, відбитки пальців.

The paper is describes a method of «element comparisons», which is used to identification images for their unique features. The method is to allocate a set of binary keys and their comparison with the relevant keys with etalon images. The method can be used for various applications, such as recognition of graphic symbols, the iris of the eye, and others. The advantages of this method are simplicity of circuit realization, increased speed and accuracy of identification. The are results for the method of element comparisons for fingerprint recognition to prove its efficiency and effectiveness.
Key words: identification of images, elements comparison, key images, fingerprints.

В статье описан метод «элементных сравнений», который применяется для задач идентификации изображений их уникальными особенностями. Суть метода заключается в выделении множества бинарных ключей изображения и в их сравнении с соответствующими ключами эталонных изображений. Метод может применяться для различных прикладных задач, например, для распознавания графических символов, радужки глаза и др. Преимуществами данного метода является простота схемотехнической реализации, повышения быстродействия и точности идентификации. Приведены результаты применения метода элементных сравнений для распознавания отпечатков пальцев, подтверждающие его работоспособность и эффективность.
Ключевые слова: идентификация образов, элементные сравнения, ключи изображений, отпечатки пальцев.

Вступ

Проблема ідентифікації зображень є актуальною задачею сьогодення. При цьому під ідентифікацією зображень розуміють визначення належності конкретного зображення до одного з типів еталонних зображень [1]. Зокрема, до задач такого класу відноситься розпізнавання зображення у вигляді рядків тексту, що містить знаки і символи з алфавіту відповідної мови. При написанні знаків і символів використовують шрифт, який містить знаки різної ширини. Відновлення тексту відноситься до групи задач пошуку і розпізнавання специфічних об'єктів (знаків) на зображеннях. Процес розпізнавання є компонентом загальної технології обробки зображень, що базується на переведенні зображень до матричного виду та обробці інформації при здійсненні операції ідентифікації для всієї розмірності даної матриці [1]. Наприклад, при використанні методів розпізнавання на основі мереж Баєса [2] передбачається, що є можливість формування навчальної вибірки (з множини зображень та відповідних кодів знаків). Об'єкти-завади в даних ситуаціях представляються відносно невеликими областями, які можуть знаходитись у будь-якій точці зображення. Корисною в даному випадку є додаткова інформація відносно орієнтації знаків, організації знаків і символів у рядки, враховуючи, що інформація про кількість і місце розташування знаків у рядку є апріорно невизначеною.

Ідентифікація зображень може бути застосована в різних сферах діяльності людини, де необхідно здійснювати аутентифікацію користувачів чи розпізнавання відповідних елементів на конкретних зображеннях, зокрема, в обчислювальній техніці, медицині, криміналістиці, фінансовій і банківській діяльності, охоронних та пропускних системах.

На особливу увагу заслуговують системи ідентифікації зображень для біометричних технологій [3], які, починаючи з 1991 р., активно розвиваються. На сьогоднішній день у рамках завдання біометричного розпізнавання використовується ряд універсальних підходів, які можуть з різним ступенем успішності застосовуватися до багатьох типів біометричних даних. Один з підходів, названий біохешуванням [4], полягає в тому, що для захисту біометричних шаблонів використовуються спеціальні незворотні функції, які переводять шаблони одного користувача в ідентичні образи (біохеші). При цьому для загальної сукупності користувачів незворотні функції близькі до випадкового шуму. Верифікація особистості в [5] проводиться шляхом порівняння біохешів.

Також існують метод локалізації і врахування особливостей обличчя людини для задачі розпізнавання за портретною фотографією [6], та метод комп'ютерного розпізнавання жестів руки за допомогою нечіткої логіки [7].

Широко використовуються для ідентифікації зображень такі методи, як: метод перебору [8], метод глибокого аналізу [9], метод на основі використання штучних нейронних мереж [10], нечіткої логіки [11] та ін.

Постановка задачі

Реалізація методів ідентифікації зображень, які існують на даний час, зокрема, таких як метод перебору, метод глибокого аналізу чи нейронних мереж, може зайняти багато часу через складність алгоритмів обробки інформації.

Наприклад, метод перебору потребує точного знання того, як зображення може бути модифіковано для отримання найкращого результату ідентифікації.

При реалізації методу глибокого аналізу виникає потреба у вивченні прикладної галузі, для якої буде застосовуватися даний метод.

Наприклад, якщо побудувати алгоритм розпізнавання відбитків пальців на основі методу глибокого аналізу, то його неможливо буде використати для інших прикладних застосувань, зокрема, для розпізнавання символів.

Нейронні мережі [12] мають значно менше недоліків у точності ідентифікації зображень, проте їх реалізація є дуже складною, а навчання нейронних мереж потребує великих обчислювальних та часових ресурсів і великої кількості даних для навчання. Крім того, існуючі методи не завжди дають коректні висновки при розв’язанні задач ідентифікації зображень, які представлені в повернутому та зміщеному вигляді, з наявністю областей розмитості на зображеннях та деформованих областей.

Тому задача розробки нових методів ідентифікації та розпізнавання зображень, які б були нечутливими та робастними до вищезгаданих збурювальних впливів, є актуальною задачею сьогодення.

Метою даної статті є розробка та дослідження методу елементних порівнянь, що забезпечує підвищення робастних властивостей при його застосуванні для розв’язання різнотипних задач, зокрема таких, як: ідентифікація відбитків пальців, символів тексту, зображень за певним спектром кольору тощо.

При розробці методу елементних порівнянь ставляться вимоги і обмеження стосовно швидкодії, точності і складності його програмно-апаратної реалізації.

Алгоритм ідентифікації на основі елементних порівнянь матриць зображень

Нехай задано зображення, яке представляємо у вигляді матриці пікселів E розміром $m \times n$, кожний елемент якої позначимо як $E_{i,j}$, де i – номер рядка, $i = 1...m$; j – номер стовпчика, $j = 1...n$.

Першим етапом в ідентифікації зображення є формування відповідних ключів як для зображення оригіналу, так і для зображення еталону, з яким задане зображення буде порівнюватись.

Перетворимо матрицю E у матрицю кольорів, де 1 – чорний колір, а 0 – білий колір.

Спочатку сформуємо горизонтальні ключі $e_i, i = 1...m$ для всіх i-х рядків матриці E та знайдемо їх арифметичну суму Z_0:

$$e_i = \sum_{s=1}^{n/2} E_{i,2s-1} \wedge E_{i,2s}\,,\; i = 1...m. \tag{1}$$

$$Z_0 = \sum_{i=1}^{m} e_i\,. \tag{2}$$

Визначимо вертикальні ключі $e_j, j = 1...n$ для стовпців матриці E та їх суму Z_1:

$$e_j = \sum_{k=1}^{m/2} E_{2k-1,j} \wedge E_{2k,j}\,,\; j = 1...n. \tag{3}$$

$$Z_1 = \sum_{j=1}^{n} e_j\,. \tag{4}$$

За формулами (1) – (4) в подальшому формуються відповідні результуючі значення сум ключів Z_0^{or} та Z_1^{or} – для зображення оригіналу та результуючі значення сум ключів Z_0^{et} та Z_1^{et} – для еталонного зображення.

Наступним кроком результуючі значення ключів сортуються від меншого до більшого за наступним алгоритмом:

$$Z_0^{or} = \min\left\{Z_0^{or}, Z_1^{or}\right\}, \quad (5)$$

$$Z_1^{or} = \max\left\{Z_0^{or}, Z_1^{or}\right\}, \quad (6)$$

$$Z_0^{et} = \min\left\{Z_0^{et}, Z_1^{et}\right\}, \quad (7)$$

$$Z_1^{et} = \max\left\{Z_0^{et}, Z_1^{et}\right\}. \quad (8)$$

Обчислимо ступені x та y співпадіння зображень на основі результуючих горизонтальних ключів $\left\{Z_0^{or}, Z_0^{et}\right\}$ та вертикальних ключів $\left\{Z_1^{or}, Z_1^{et}\right\}$, відповідно:

$$x = \frac{Z_0^{et}}{Z_0^{or}} \cdot 100; \quad (9)$$

$$y = \frac{Z_1^{et}}{Z_1^{or}} \cdot 100. \quad (10)$$

Якщо ступені співпадіння зображень $x > 100$ та/або $y > 100$, то ці значення коригуються і позначається як $x = x^{cor}$ та/або $y = y^{cor}$: $x^{cor} = 100 - (x - 100)$; $y^{cor} = 100 - (y - 100)$.

Визначивши ступені співпадіння $\{x, y\}$ за двома взаємоперпендикулярними напрямками зображень, задаємо інтервал довіри l, на якому зображення будуть вважатись ідентичними:

$$l = [l_{\min}, l_{\max}], \quad (11)$$

де $l_{\max} = 100$, а співвідношення між границями інтервалу довіри повинно задовольняти умову $l_{\max} - l_{\min} \le 10$.

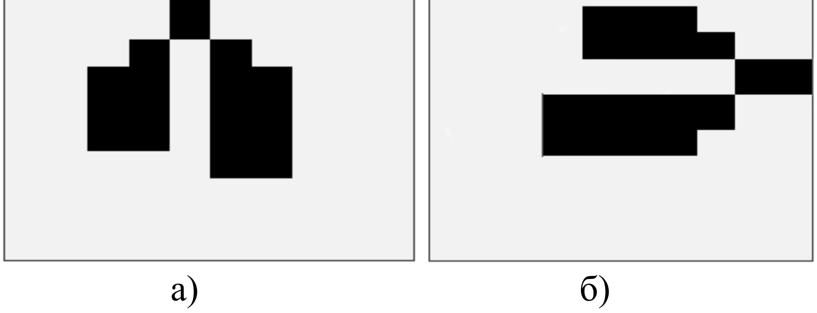
На наступному етапі знаходимо середньоарифметичне значення ступеню співпадіння за двома взаємоперпендикулярними напрямками зображень:

$$R = \left(x + y\right)/2. \quad (12)$$

При виконанні умови $R \in [l_{\min}, l_{\max}]$ вважається, що зображення є ідентичними.

Приклад реалізації методу елементних порівнянь

Розглянемо приклад реалізації методу елементних порівнянь на основі двох зображень, представлених на рис. 1.



а) б)

Рисунок 1 – Зображення-оригінал (а) та еталонне зображення (б) для порівняння

Задамо розмірність матриці E: $m=10, n=10$ та трансформуємо зображення (рис. 1) в матриці кольорів E^{or} та E^{et} (рис. 2).

0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

а)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

б)

Рисунок 2 – Бінарні матриці кольорів зображень E^{or} (а) та E^{et} (б)

Визначаємо кон'юнкції всіх s-х ($s=1...5$) пар елементів у кожному i-у рядку для обох зображень (рис. 3), тобто визначаємо логічні значення $E^{or}_{i,2s-1} \wedge E^{or}_{i,2s}$ та $E^{et}_{i,2s-1} \wedge E^{et}_{i,2s}$. Наприклад, для зображення-оригіналу (рис. 3а) розглянемо 4-й рядок матриці E^{or}. У цьому рядку при $s=1$ визначається кон'юнкція 1-го та 2-го елементів, зокрема, $0 \wedge 0 = 0$; при $s=2$ – кон'юнкція 3-го та 4-го елементів, зокрема, $1 \wedge 1 = 1$; при $s=3$ – кон'юнкція 5-го та 6-го елементів, зокрема, $0 \wedge 1 = 0$; при $s=4$ – кон'юнкція 7-го та 8-го елементів, зокрема, $1 \wedge 0 = 0$; при $s=5$ – кон'юнкція 9-го та 10-го елементів, зокрема, $0 \wedge 0 = 0$. Наприклад, для 4-го рядка матриці E^{et} еталонного зображення (рис. 3б) при $s=1$ визначається кон'юнкція 1-го та 2-го елементів, зокрема, $0 \wedge 0 = 0$; при $s=2$ – кон'юнкція 3-го та 4-го елементів, зокрема, $0 \wedge 0 = 0$; при $s=3$ – кон'юнкція 5-го та 6-го елементів, зокрема, $1 \wedge 1 = 1$; при $s=4$ – кон'юнкція 7-го та 8-го елементів, зокрема, $1 \wedge 1 = 1$; при $s=5$ – кон'юнкція 9-го та 10-го елементів, зокрема, $0 \wedge 0 = 0$.

В 11-х додаткових стовпцях матриць E^{or} та E^{et} (рис. 3) знаходяться всі горизонтальні ключі $e_i, i=1...m$ для зображення-оригіналу $\{0,0,0,1,1,1,0,0,0,0\}$ та еталонного зображення $\{0,0,1,2,1,2,1,0,0,0\}$, визначені згідно з (1). В 12-х додаткових стовпцях матриць E^{or} та E^{et} (рис. 3) знаходяться визначені за формулою (2) арифметичні суми Z^{or}_0 та Z^{et}_0 відповідних горизонтальних ключів, зокрема, для зображення-оригіналу $Z^{or}_0 = 3$ та для еталонного зображення $Z^{et}_0 = 7$.

0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	3
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

а)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	2	
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

б)

Рисунок 3 – Формування попередніх ключів e^{or}_i, $e^{et}_i, i=1...m$ та їх арифметичних сум Z^{or}_0, Z^{et}_0 для зображень E^{or} (а) та E^{et} (б)

Аналогічним чином визначаємо кон'юнкції всіх k-х ($k=1...5$) пар елементів у кожному j-у стовпці для зображень E^{or} та E^{et} (рис. 4), тобто визначаємо логічні значення $E^{or}_{2k-1,j} \wedge E^{or}_{2k,j}$ та $E^{et}_{2k-1,j} \wedge E^{et}_{2k,j}$.

0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	2	1	2	1	0	0	0
7									

а)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
3									

б)

Рисунок 4 – Формування попередніх ключів e^{or}_j, e^{et}_j, $j=1...n$
та їх арифметичних сум Z^{or}_1, Z^{et}_1 для зображень E^{or} (а) та E^{et} (б)

В 11-х додаткових рядках матриць E^{or} та E^{et} (рис. 4) знаходяться вертикальні ключі e_j, $j=1...n$ для зображення-оригіналу $\{0,0,1,2,1,2,1,0,0,0\}$ та еталонного зображення $\{0,0,0,0,1,1,1,0,0,0\}$, визначені за формулою (3). У 12-х додаткових рядках матриць E^{or} та E^{et} (рис. 4) знаходяться визначені за формулою (4) арифметичні суми Z^{or}_1 та Z^{et}_1 відповідних вертикальних ключів, зокрема, для зображення-оригіналу $Z^{or}_1 = 7$, для еталонного зображення $Z^{et}_1 = 3$.

Здійснимо сортування арифметичних сум ключів згідно з (5) – (8):

$$Z^{or}_0 = \min\left\{Z^{or}_0, Z^{or}_1\right\} = \min\{3,7\} = 3,\ Z^{or}_1 = \max\left\{Z^{or}_0, Z^{or}_1\right\} = \max\{3,7\} = 7,$$

$$Z^{et}_0 = \min\left\{Z^{et}_0, Z^{et}_1\right\} = \min\{7,3\} = 3,\ Z^{et}_1 = \max\left\{Z^{et}_0, Z^{et}_1\right\} = \max\{7,3\} = 7.$$

Згідно з (9) та (10) обчислимо ступені співпадіння зображень x та y:

$$x = 100;\ y = 100.$$

Задаємо інтервал довіри $l=[95,100]$, враховуючи умову $l_{\max} - l_{\min} \le 10$, та визначаємо згідно з (12) середньоарифметичне значення ступеня співпадіння за двома взаємоперпендикулярними напрямками зображень $R=100$. Оскільки $R \in [l_{\min}, l_{\max}]$, то на даному етапі зображення-оригінал вважається ідентичним еталонному зображенню.

Задаємо інтервал довіри $l=[95,100]$, враховуючи умову $l_{\max} - l_{\min} \le 10$, та визначаємо згідно з (14) середньоарифметичне значення ступеня співпадіння за двома взаємоперпендикулярними напрямками зображень $R=100$. Оскільки $R \in [l_{\min}, l_{\max}]$, то на даному етапі зображення-оригінал вважається ідентичним еталонному зображенню.

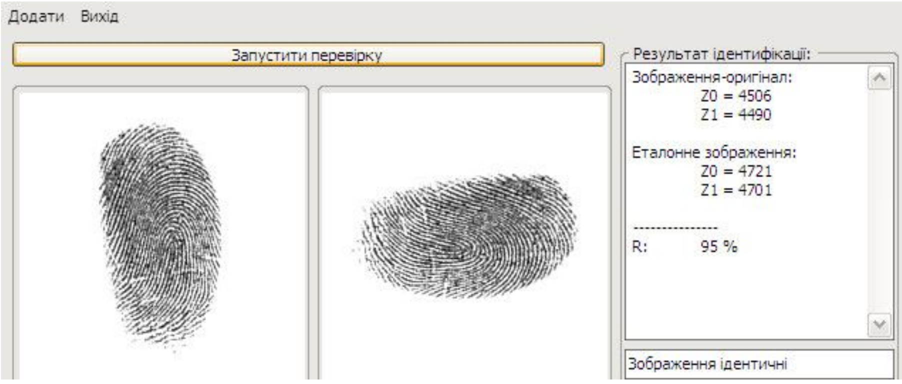
Ідентифікації біометричної інформації на основі методу елементних порівнянь

Для застосування методу елементних порівнянь мають бути дотримані певні умови стосовно інформації, що надається для обробки, зокрема:

– зображення-оригінал та еталонне зображення мають бути трансформовані до чорно-білих зображень;

– зображення можуть бути представлені у вигляді бінарних матриць кольорів E^{or} та E^{et};

– нижня межа довірчого інтервалу повинна бути не меншою за 90%.



а)



б)

Рисунок 5 – Порівняння зображення-оригіналу відбитків пальців з еталонним зображенням для двох різних випадків (а, б) зміщення і повороту однотипних зображень

Нижче наведено аналіз результатів ідентифікації відбитків пальців (рис. 5) на основі розробленого авторами програмного забезпечення (мова реалізації С++) із застосуванням методу елементних порівнянь.

Часові витрати на обчислювальні операції при ідентифікації відбитків пальців складають лише 2 секунди на апаратному забезпеченні з наступними характеристиками: Mobile DualCore Intel Core 2 Duo P7350, 2000 MHz (7,5 x 267), 4092 МБ (DDR3-1066 DDR3 SDRAM), NVIDIA GeForce 9600M GT (512 МБ).

Метод елементних порівнянь має також робастні властивості, що підтверджуються результатами програмного тестування двох зображень, одне з яких є частково деформованим та розмитим (рис. 6). Ступінь співпадіння складає 96,5%.



Рисунок 6 – Порівняння зображення-оригіналу з деформовано-розмитим еталонним зображенням

Висновки

У даній статті описано метод елементних порівнянь, що може бути застосований для підвищення точності та робастності процесів ідентифікації та розпізнавання різнотипних зображень, попередньо трансформованих до бінарного чорно-білого представлення у вигляді відповідних матриць зображень-оригіналів та еталонних зображень.

При програмній реалізації даного методу для ідентифікації відбитків пальців доведено, що максимальна похибка ідентифікації (порівняння) двох зображень не перевищує 5%, а часові витрати на обчислювальні процеси при комп'ютерній обробці інформації знаходяться в межах від 2 до 5 секунд.

Література

1. Зайцев О. Биометрическая идентификация в масштабах компании / О. Зайцев // IT спец. – 2007. – № 7. – С. 52-58.
2. Фаворская М.Н. Модели и методы распознавания динамических образов на основе пространственно-временного анализа последовательностей изображений: дис. … на соиск. уч. ст. докт. техн. наук. / М.Н. Фаворская. – Красноярск : СибГАУ им. акад. М.Ф. Решетнева, 2011. – 326 с.
3. Романов В.О. Технології аутентифікації особи за біометричними характеристиками / В.О. Романов, І.Б. Галелюка, П.С. Клочан // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2010. – № 9. – С. 54-61.
4. Имамвердиев Я.Н.О. Метод биометрического хеширования на основе ортогональных преобразований для защиты биометрических шаблонов / Я.Н.О. Имамвердиев // Вопросы защиты информации. – 2010. – Вып. 4. – С. 18-23.
5. Евангели А. Технологии биоидентификации и биометрический рынок / А. Евангели // PC WEEK. – 2003. – № 7. – С. 24.
6. Крак Ю.В. Локалізація і врахування особливостей обличчя людини для задачі розпізнавання за портретною фотографією / Ю.В. Крак, Ю.Г. Кривонос, А.С. Тернов // Штучний інтелект. – 2007. – № 3. – С. 229-236.
7. Dotsenko A.S. Computer Hand Gesture Recognition Using Fuzzy Logic / A.S. Dotsenko, Y.P. Kondratenko // Pattern Recognition and Information Processing PRIP'2011. Proceedings of the 11th International Conference (18 – 20 May, 2011, Minsk, Belarus). – Minsk : BSUIR. – 2011. – P. 179-182.
8. Савченко А.В. Метод направленного перебора для задач классификации с большим количеством альтернатив / А.В.Савченко // Распознавание образов. – 2011. – № 1. – С. 30-40.
9. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; [пер с англ.]. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
10. Pandit M. Image Recognition With the Help of Auto-Associative Neural Network / M. Pandit, M. Gupta // International Journal of Computer Science and Security. – 2011. – Vol. 5. – P. 54-63.
11. Кондратенко Ю.П. Нечітка логіка в задачах розпізнавання жестів / Ю.П. Кондратенко, А.С. Доценко // Наукові праці: Серія «Комп'ютерні технології». – Миколаїв : ЧДУ ім. П. Могили. – 2011. – Т. 160. - Випуск 148. – С. 74-79.
12. Гречихин Л.И. Система автоматической идентификации изображений с автокорреляционной и взаимнокорреляционной обработкой не связанных между собой нейронных сетей / Л.И. Гречихин, И.П. Шумский // Искусственный интеллект. – 2005. – № 3. – С. 381-387.

Literatura

1. Zaytsev O. IT спец. 2007. № 7. – S. 52-58.
2. Favorskaya M.N. Disertaciya na soisk. uch. step. dokt. tehn. nauk. 2011. – 326 s.
3. Romanov V.O. Komp'yuterni zasoby, merezhi ta systemy. 2010. № 9. – S. 54-61.
4. Imamverdiev Ya. N. O. Voprosy zaschity informaciyi. 2010. Vyp. 4. – S. 18-23.
5. Evangeli A. PC WEEK. 2003. №7. – S. 24.
6. Krak Y.V. Shtuchniy intelekt. 2007. № 3. – S. 229-236.
7. Dotsenko A.S. Pattern Recognition and Information Processing PRIP'2011. Proceedings of the 11th International Conference (18-20 May, 2011, Minsk, Belarus). – Minsk: BSUIR. 2011. – P. 179-182.

8. Savchenko A.V. Raspoznavaniye obrazov. 2011. № 1. – S. 30-40.
9. Shapiro L.M.: BINOM. Laboratoriya znaniy. 2006. – 752 s.
10. Pandit M. International Journal of Computer Science and Security. 2011. Vol. 5. – P. 54-63.
11. Kondratenko Y.P. Naukovi praci: Seriya «Komp'yuterni tehnologii». – Mykolaiv: ChDU im. P. Mogyly. 2011. Tom 160. Vyp. 148. – S. 74-79.
12. Grechihin L.I. Iskusstvennyj intellect. 2005. №3. – S. 381-387.

RESUME

D.O. Lernatovich, Y.P. Kondratenko

Images' Identification Based on Method of Elements Comparison

The paper describes a method of «element comparisons», which is used to identify problems with their unique imaging features. The method is to allocate a set of binary key image and their comparison with the relevant keys of reference images. The method can be used for various applications, such as recognition of graphic symbols, the iris of the eye, and others. The advantages of this method are simplicity of circuit, increased speed and accuracy of identification. The results of the method element comparisons for fingerprint recognition to prove its efficiency and effectiveness.

Method of «element comparisons» comparisons can be used to improve the accuracy and robustness of processes of identification and recognition of different types of images. The image should be pre-transformed into binary black and white representation of a matrix of images for both original and reference images.

The software implementation of this method for fingerprint identification is proved that the maximum error identification (comparison) of two images does not exceed 5%, and time which spent on computing processes in computer processing of information, is within 2 to 5 seconds.

Стаття надійшла до редакції 07.06.2012.